

VŠB Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a
informatiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2010

Bc. Daniel Kalvar

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroniky

**Návrh a realizace vícepólové přepínací
jednotky s dálkovým ovládáním**

**Design and Practical Realization of
Switching Unit with Wireless Control**

2010

Bc. Daniel Kalvar

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Daniel Kalvar

Studijní program:

N2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

2612T015 Elektronika

Téma:

Návrh a realizace vícepolové přepínací jednotky s bezdrátovým ovládáním
Design and Practical Realization of Switching Unit with Wireless Control

Zásady pro vypracování:

1. Proved'te návrh a realizaci vícepolové přepínací jednotky s bezdrátovým ovládáním. Konkrétní parametry konstrukce a elektronických obvodů budou specifikovány vedoucím diplomové práce.
2. Ověřte funkčnost realizované vícepolové přepínací jednotky pro oblast automobilové elektroniky dle instrukcí vedoucího diplomové práce.
3. Vypracujte uživatelský manuál k realizovanému zařízení.

Seznam doporučené odborné literatury:

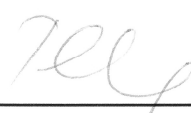
Podle doporučení vedoucího diplomové práce.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

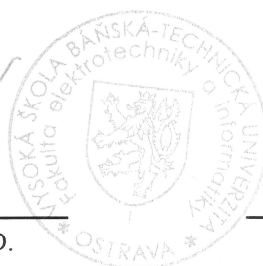
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Šimoník, Ph.D.**


Datum zadání: 20.11.2009

Datum odevzdání: 07.05.2010



doc. Ing. Petr Palacký, Ph.D.
vedoucí katedry





prof. Ing. Ivo Vondrák, CSc.
děkan fakulty

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Datum: 7.5.2010

.....

podpis studenta

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je navrhnout a realizovat vícepólovou přepínací jednotku s dálkovým ovládáním pro použití v oblasti automobilové elektroniky. V práci je zahrnut obecný přehled a popis bezdrátové komunikační technologie Bluetooth a především pak návrh a realizace samotného zařízení ovládaného pomocí této technologie. Toto počínaje návrhem blokového schématu, návrhem schématu zapojení a konče funkčním vzorkem navrženého zařízení.

Klíčová slova:

Bluetooth, přepínací jednotka, LabView, sériový port, relé, mikroprocesor.

Abstract

The point of this thesis is to project and to realise switching unit with wireless control to be used in a car electronics zone. There is included general review and a description of wireless communication technology Bluetooth and especially the project and realisation of a device controlled using this technology in this thesis. At the first there is a block diagram layout, schematics layout and then the functional sample of projected device.

Key words:

Bluetooth, switching unit, LabView, serial port, relay, microprocessor.

Seznam použitých symbolů a zkratek:

ACL	-	Asynchronous, Connectionless
AHSS	-	Adaptive Hopping Spread Spectrum
ASCII	-	American Standard Code for Information Interchange
AT	-	Attention commands
DUN	-	Dial-up Networking
EDR	-	Enhanced Data Rate
FHSS	-	Frequency Hopping Spread Spectrum
FTP	-	File Transfer Protocol
HCI	-	Host Control Interface
HS	-	High Speed
ITU	-	International Telecommunication Union
IrDA	-	Infrared Data Association
ISM	-	Industrial Scientific Medical
J2ME	-	Java 2 Micro Edition
LED	-	Light Emitting Diode
OSI	-	Open Systems Interconnection
PCM	-	Pulse Code Modulation
RFCOMM	-	Radio Frequency Communication
RS 232	-	Recommended standard 232
SCO	-	Synchronous, Connection Oriented
SIG	-	Special Interest Group
SPP	-	Serial Port Profile
TTL	-	Transistor Transistor Logic
UART	-	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
USB	-	Universal Serial Bus
Wi-Fi	-	Wireless Fidelity
WPAN	-	Wireless Personal Area Network

Obsah

1	Úvod	1
2	Technologie Bluetooth	2
2.1	Historie Bluetooth	2
2.2	Rádiové rozhraní	3
2.3	Sítě Bluetooth	4
2.4	Bluetooth verze	5
2.5	Bezpečnost Bluetooth	6
2.6	Architektura Bluetooth	8
2.7	Profily Bluetooth	10
2.8	Shrnutí vlastností technologie Bluetooth	11
3	Realizace zařízení	12
3.1	Bluetooth modul	12
3.1.1	Průmyslový Bluetooth modul Ezurio BISM II	13
3.2	Konfigurace modulu	14
3.2.1	Obsluha programu Ezurio Terminal	14
3.3	Návrh přepínací jednotky	17
3.3.1	Návrh desky plošného spoje	18
3.3.2	Řídící mikroprocesor	19
3.4	Program řízení přepínací jednotky	23
3.4.1	Zjednodušený algoritmus hlavního programu procesoru	24
3.5	Zapojení reléových výstupů	25
4	Komunikační rozhraní	26
4.1	RS 232	26
4.1.1	Parametry RS 232	26
4.1.2	Délka vedení RS 232	27
4.1.3	Parametry datového přenosu	27

4.1.4	Připojení RS 232 na TTL.....	28
4.2	Připojení UART TTL 5V na UART 3,3V	28
5	Dálkové ovládání.....	30
5.1	Vytvoření bezdrátové sériové linky.....	31
5.2	Ovládací software	33
6	Závěr	36
7	Použitá literatura	37

1 Úvod

V současné moderní době se objevuje stále více nových technologií v celé řadě technických oborů. Některé z nich se nestihnou mnohdy zapsat do povědomí lidí a jsou rychle nahrazovány jinými. Jiné jsou zase naopak rychle přijímány s velkou oblibou mezi širokou veřejností a využívají se po dlouhá období. Technologie Bluetooth měla od počátku pevně specifikovaný účel a celkem jednoduchou oblast pro své použití. I přes své prvotní nedostatky se stále více a více zdokonalovala a nyní tak pořád rozšiřuje své pole působnosti. Jedním ze zásadních okamžiků pro toto bylo vydání specifikace pro verzi 1.2, kdy se v roce 2003 masově rozšířila do veskrze všech mobilních přístrojů a zapsala se tak do povědomí velmi širokého spektra lidí. Nadále se ukazují další oblasti, pro které se tato technologie výtečně hodí vzhledem ke svým technickým parametrům. V současné době se jednou z nich stává využití v oblasti automobilové elektroniky coby komunikační prostředek pro různé moderní elektronické systémy a další vybavení moderních automobilů. Toto nejen pro svou minimalizaci, ale i pro svou odolnost a jednoduchost k využívání. Současná souhlasnost těchto aplikačních oblastí a vlastnosti této technologie byly proto hlavními aspekty pro výběr Bluetooth jako zprostředkovatele bezdrátového přenosu informací při řešení této diplomové práce.

Diplomová práce se nejprve v jedné kapitole zabývá obecným přehledem a základním popisem technologie Bluetooth od samého počátku až do současnosti. Dále je postupně popisován návrh zařízení vícepólové přepínací jednotky s dálkovým ovládáním. Toto počínaje postupně návrhem blokového schématu celého systému, pokračuje návrhem schématu zapojení a končí pak návrhem a vytvořením desky plošných spojů pro plně funkční zařízení přepínací jednotky.

2 Technologie Bluetooth

Bluetooth/802.15.1 je standard pro vzájemné bezdrátové připojení různých zařízení na kratší vzdálenosti. Prvotně se zamýšlelo využívat tuto technologii pro malé domácí sítě, kde by umožňovala vzájemně komunikovat různým mobilním zařízením, jako jsou PDA a mobilní telefony s dalšími výpočetními zařízeními, zejména pak tiskárnami, osobními počítači apod. Účelem této komunikace pak bylo poskytování různých služeb. Například sdílení a přenos menších souborů, synchronizaci telefonních adresářů, tisk souborů, připojení k internetu a jinou podobnou elektronickou komunikaci.

Další velkou devízou této technologie se v současnosti stává její uplatnění v různých oborech, například v oblasti lékařské techniky a především pak v oblasti telematických systémů v automobilech, které začínají sloužit na cestách jako prostředky navigace, asistence a přístupu k potřebným informačním zdrojům (včetně přístupu k internetu). Koneckonců nasazení CAN v automobilech bylo taky právě to, co jej komerčně prosadilo i přes jeho nesporné kvality.

2.1 Historie Bluetooth

Bluetooth se stala první osobní bezdrátovou sítí, na jejímž počátku vývoje stala v roce 1994 společnost Ericsson. Byla navržena jako levná náhrada kabelového propojení mezi zařízeními komunikační a výpočetní techniky s malými napájecími požadavky.

Svůj název tato technologie dostala podle jména dánského krále Haralda Blatanda, jehož přízvisko v překladu znamená „Modrý zub“. Ten kraloval koncem 10. století a proslavil se tím, že přiměl lidi ke vzájemné komunikaci a sjednotil tak Skandinávii. Firmy Nokia a Ericsson po něm proto pojmenovali svůj nový komunikační standard. V roce 1998 se pak vývojem Bluetooth začíná zabývat zvláštní zájmová skupina Bluetooth SIG (Bluetooth Special Interest Group), která se skládá z lídrů v oblasti telekomunikací, výpočetní techniky, spotřební elektroniky a síťových odvětví. Je hnací silou rozvoje bezdrátové technologie Bluetooth. Od počátku do ní patří devět velkých firem (Ericsson, IBM, Lucent Technologies, Intel, Microsoft, Motorola, 3Com, Nokia, Toshiba) a později se přidává celá řada dalších přidružených společností. V době psaní této práce je na webu skupiny Bluetooth SIG uváděn jejich celkový počet již přes 13 000 [6].

2.2 Rádiové rozhraní

Bluetooth je definovaná standardem 802.15.1 podle ITU-T a pracuje v dnes velmi oblíbeném bezlicenčním pásmu ISM 2,4GHz. Toto pásmo je určeno pro použití v průmyslu, ve vědě a v lékařství (Industrial, Scientific, Medical). Je volně použitelné za předpokladu dodržení jistých podmínek pro vyzářený výkon a technické provedení vysílače i přijímače. Bohužel je ale užíváno i mikrovlnnými troubami a dnes velmi populárními lokálními bezdrátovými sítěmi s technologií Wi-Fi. K přenosu se proto za účelem účinného potlačení interferencí s dalšími signály používá metody frekvenčních přeskoků FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum). Během sekundy je provedeno 1600 skoků mezi 79 frekvencemi s rozestupem 1MHz. Na jednom kmitočtu se tedy vysílá přesně po dobu 625 μ s. Posloupnost přeskokování kmitočtů je v každé pikosíti odlišná. Takt přeskokování je definován hodinami hlavní stanice, podřízené stanice se jemu proto musí vždy přizpůsobit. Toto zvyšuje odolnost proti rušení na stejné frekvenci a do jisté míry i zajišťuje bezpečnost přenášených dat.

Zařízení jsou definována v několika výkonových úrovních, od kterých se pak odvíjí maximální možná komunikační vzdálenost. Níže uvedené hodnoty platí pro volné prostranství. Jestliže jsou mezi komunikujícími zařízeními překážky, dochází k výraznému útlumu signálu a dosah se prudce snižuje. Budeme-li chtít komunikovat na volném prostranství na vzdálenost například 100m, musí pak komunikaci pro tuto vzdálenost pochopitelně podporovat obě, resp. všechna zařízení v síti[1].

Třída	Max. výstupní výkon	Nominální výstupní výkon	Min. výstupní výkon	Dosah(přibližně)
1	100 mW (20 dBm)	N/A	1 mW (0 dBm)	100m
2	2,5 mW (4 dBm)	1 mW (0 dBm)	0,25 mW (-6 dBm)	10m
3	1 mW (0 dBm)	N/A	N/A	1m

Tabulka 1: Rozdělení Bluetooth do tříd podle výkonu a dosahu

2.3 Sítě Bluetooth

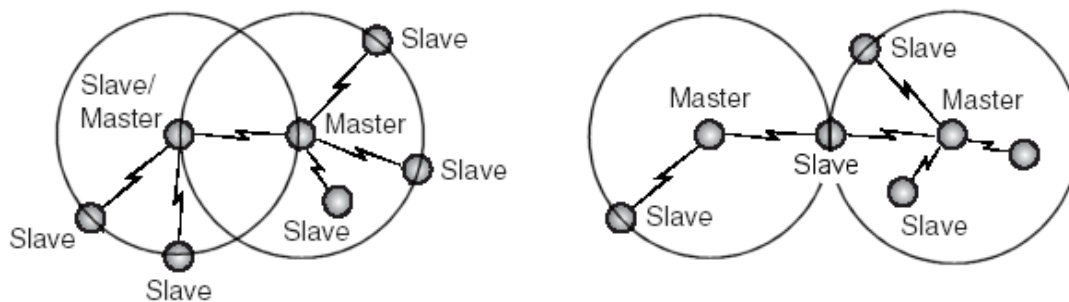
Síťová topologie Bluetooth je tvořena velmi malými strukturami, které se označují pojmem piconet (pikosítě). Každá pikosíť umožňuje současnou bezdrátovou komunikaci na krátké vzdálenosti. Topologie WPAN (Wireless Personal Area Network) je založena na nahodilém (ad hoc) seskupení komunikujících zařízení (zařízení se může snadno kdykoli odpojit nebo připojit od sítě v režimu tzv. spontaneous networking) a není závislá na síťové struktuře.

Každé zařízení vždy pracuje v jednom z režimů master nebo slave. Zařízení, které je iniciátorem sestavení sítě, pracuje v režimu master a zároveň plní funkci řídicí jednotky, která může vždy obsloužit maximálně 7 dalších zařízení. Ta spočívá v sestavení sítě, identifikaci dalších zařízení, synchronizaci komunikace a podobně. Ostatní účastníci pak představují podřízené jednotky (slave). Tyto funkce má každé zařízení dočasně a zanikají vlastním odpojením se od sítě. Funkci řídicí jednotky tedy může tvořit jakékoliv zařízení, které je aktuálně v režimu master. Pro identifikaci se využívá třech bitů, proto může být v rámci jedné struktury připojeno maximálně 8 Bluetooth zařízení (1x master, 7x slave). V této síti není možné přímé datové spojení dvou slave zařízení. Jestliže vznikne síť o celkovém počtu dvou zařízení, jedná se o komunikaci bod - bod (point to point), při připojení více zařízení se jedná o komunikaci bod – více bodů (point to multipoint)[3].



Obrázek 1: Schéma sítě piconet

Pro případ, kdy je v dosahu více zařízení, která spolu chtějí vzájemně komunikovat, se používá struktura sítě zvaná scatternet (rozptýlená síť). Jedná se o vzájemné propojení více pikosít. Toho lze dosáhnout tak, že jedno ze zařízení se v jedné pikosíti bude chovat jako slave a v druhé bude jako master řídit její komunikaci, nebo bude slave pro všechny pikosítě. Specifikace Bluetooth umožňuje simultánně použít 10 pikosít na ploše o dosahu 10m. Během existence pikosít se může master jednotka dynamicky měnit[1].



Obrázek 2: Propojení několika pikosítí

2.4 Bluetooth verze

Specifikaci Bluetooth poprvé formulovala firma Ericsson a později byla upravena skupinou SIG, která vydala v roce 1999 první specifikaci verze 1.0. Za dobu své existence prošla technologie Bluetooth následujícím vývojem[6]:

Bluetooth 1.0 a 1.B

- Vyznačovaly se množstvím problémů a omezení pro výrobce z důvodů nedostatečné interoperability zařízeními.

Bluetooth 1.1

- První dobře použitelná a úspěšná verze,
- Výrazné zlepšení interoperability mezi zařízeními,
- Indikátor stavu přijímaného signálu.

Bluetooth 1.2

- Vydána v roce 2003,
- Zpětně kompatibilní s 1.x,
- Vyšší přenosová rychlost (až 1 Mbit/s),
- Tato verze byla již hojně využívána řadou mobilních zařízení,
- Zvýšená odolnost proti nežádoucím interferencím rádiových frekvencí-vyžívá adaptivních skoků mezi kmitočty AFH (Adaptive Frequency Hopping),
- Nově podpora anonymního vysílání - nevysílá se adresa zařízení,
- Rozšířená podpora QoS=zvýšení kvality přenosu hlasu a živého videa,
- Podpora třívodičové asynchronní sériové komunikace UART.

Bluetooth 2.0 + EDR (Enhanced Data Rate)

- Vydána v červnu 2004,
- Zpětně kompatibilní s 1.x,
- Zvýšení přenosové rychlosti na 3 Mbit/s,
- Efektivnější současný provoz více zařízení,
- Nižší spotřeba energie.

Bluetooth 2.1 + EDR

- Plně podporuje verzi 1.x,
- Opětovné snížení spotřeby,
- Prodloužená dotazovací odpověď,
- Obnovování šifrovacího klíče (pro spojení delší než 1 den),
- Zjednodušené párování.

Bluetooth 3.0 + HS (High Speed)

- Díky využití technologie PAL (Protocol Adaptive Layer) nabízí rychlost až 24Mbit/s,
- Další snížení spotřeby oproti minulému standardu,
- Zvýšení spolehlivosti – na základě řady předchozích stížností ze strany uživatelů.

2.5 Bezpečnost Bluetooth

Nežádoucí odposlech a rušení je v dnešní době u bezdrátových sítí velmi aktuální a často diskutované téma. S rušením by si do jisté míry měla poradit samotná master jednotka, která umí detekovat zarušené kanály a ty pak vynechává.

U technologie Bluetooth je nebezpečí úniku dat ještě výraznější díky svému zařazení do bezlicenčního frekvenčního pásma ISM 2,4 GHz. Určitý stupeň zabezpečení proti odposlechu poskytuje samotná podstata technologie Bluetooth díky používání velmi rychlých frekvenčních přeskoků. Další výhodou oproti např. Wi-Fi sítím je fakt, že tato bezdrátová technologie je určena pro komunikaci na krátké vzdálenosti. Nicméně při expanzi možností využití Bluetooth, zejména v oblasti tzv. Access Pointů, kdy se propojuje více uživatelů najednou je otázka zabezpečení přenosu stále velmi důležitá[4].

Hardwarová ochrana přenosu dat

Určitý stupeň zabezpečení zajišťuje technika frekvenčního rozprostření signálu metodou FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), která zajišťuje frekvenční přeskoky mezi 79

rádiovými kanály s počtem 1600 skoků za vteřinu při prodlevě 625 μ s mezi dvěma skoky. Tímto je zajištěno značné ztížení odposlechu komunikace. Bluetooth zařízení navíc disponují vnitřní bezpečnostní ochranou proti odposlechu a zneužití originálních dat.

Aplikační ochrana přenosu dat

Specifikace Bluetooth rozděluje aplikační ochranu pro přenos dat do třech softwarových úrovní. Ty jsou pak definovány svou vlastní důležitostí.

➤ Nedůležitá data - non-secure

Pro data, která bývají posílána příležitostně mezi dvěma mobilními zařízeními, jako jsou například e-maily, fotky, elektronické vizitky apod. není potřeba zajišťovat bezpečnostní ochranu proti odposlechu – toto tedy závisí na konkrétním použitém profilu. Zde se používá pouze hardwarového zabezpečení proti odposlechu.

➤ Vyšší bezpečnost – autentizace

V případě přenosu dat s požadavkem na vyšší zabezpečení se používá takzvané komunikace na vyžádání. Při autentizaci typu výzva – odezva (challenge – response) je zajištěno přesné adresování komunikace. Každé Bluetooth zařízení totiž obsahuje 48 bitovou informaci o své fyzické adrese. Na základě té pak vždy komunikuje s ostatními zařízeními. Proto v případě, že dojde k jakékoli nesrovnalosti v této adrese je komunikace přerušena, nebo je komunikační kanál přímo uzavřen. Veškerá zařízení, která spolu chtějí komunikovat, se při autentizaci rozdělí na master řídící jednotku, která vysílá požadavek a na podřazenou jednotku slave, která odesílá svou 48 bitovou adresu.

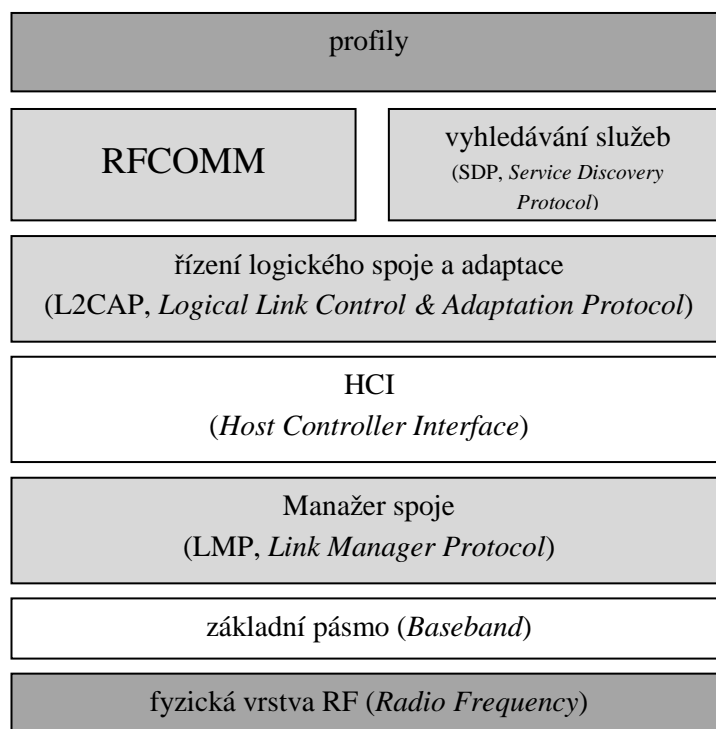
➤ Důležitá data - autentizace + šifrování

Nejvyšší úroveň aplikačního zabezpečení dat se používá v případech, kdy by k odposlechu nemělo dojít za žádnou cenu (to je například u přenosu hlasu při použití profilu headset). Zde se používá šifrování přenosu za pomoci 128 bitového šifrovacího klíče. Ten může vznikat dvěma způsoby:

- a) Private user key – ten je získáván během prvotní inicializace a není nikdy prozrazen,
- b) Random number – klíč, který se mění při každé nové transakci. Získává se z pseudo-náhodného procesu v Bluetooth zařízení. Při šifrovaném přenosu avšak ale dochází k poklesu přenosové rychlosti.

2.6 Architektura Bluetooth

Na obrázku 3. je znázorněna architektura Bluetooth. Ta je rozdělena do několika vrstev podle referenčního modelu OSI.



Obrázek 3: Architektura Bluetooth

Nejnižší vrstva **RF** má za úkol zajistit modulaci a demodulaci signálu a popisuje fyzické požadavky na Bluetooth vysílač a přijímač konkrétního zařízení.

Baseband vrstva zajišťuje vhodné formátování dat pro bezdrátový přenos a zároveň i synchronizaci spojení.

Link Manager protokol zodpovídá za vytváření spojení mezi stanicemi, autentizaci a šifrování, řízení úsporných režimů napájení a monitoruje stav zařízení v rámci pikosítě. Zde se rozlišuje komunikace podle způsobu, jakým byla navázána.

Dva režimy komunikace pro Bluetooth (přenosová rychlost pro verzi 1.2):

- Synchronní komunikace se spojováním – SCO (Synchronous, Connection Oriented), slouží zejména pro přenos hlasu (například profil headset). Rychlost pro přenos hlasu je 64 kbit/s obousměrně, rychlost pro přenos dat 432,6 kbit/s obousměrně
- Asynchronní komunikace bez spojování – ACL (Asynchronous, Connectionless), která je vhodná zejména pro datovou komunikaci s rychlostí 721 kbit/s downlink a 57,6 kbit/s uplink

HCI (Host Controller Interface) zajišťuje spolupráci vyšších s nižšími vrstev (RF, Baseband, Link manager).

L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Protocol) je zodpovědný za přenos užitečných dat, pracuje paralelně s LMP a poskytuje datové služby základní vrstvy (Baseband) vyšším vrstvám. Poskytuje také služby segmentace a opětovného sestavení delších paketů, dále pak určuje parametry QoS (Quality of Service). L2CAP nikterak nezajišťuje detekci chyb. Jejich přenos plně závisí na základních službách a jejich bezchybném přenosu. Nedetekují-li chyby protokoly nižších vrstev, je na řadě až aplikační vrstva. Žádná jiná se o kontrolu nestará.

SDP (Service Discovery Protocol) zjišťuje dostupné služby v síti. Je základem stanice Bluetooth pro vytvoření relativně jednoduchých ad-hoc sítí.

RFCOMM není jádrem Bluetooth architektury, ale je specifikací pro emulaci sériového portu RS 232. Toto umožňuje dvoubodovou bezdrátovou komunikaci přes klasický sériový COM port počítače. RFCOMM může emulovat až 64 těchto sériových portů mezi dvěma zařízeními. Této služby bylo využito i pro následnou realizaci zařízení přepínací jednotky[1].

2.7 Profily Bluetooth

Ke zvýšení efektivnosti komunikace mezi zařízeními byli definovány technologické profily, které slouží k rozlišení technických možností jednotlivých zařízení a zajišťují jejich vzájemnou slučitelnost na nejvyšší softwarové úrovni. Každé zařízení s podporou Bluetooth podporuje minimálně jeden profil. Profily mají za úkol specifikovat, jak využít možnosti Bluetooth protokolu pro konkrétní (kompatibilní) zařízení. Zjednodušeně řečeno myš připojená k počítači, která využívá bezdrátové emulace sériové linky, nepotřebuje například DUN (Dial-up Networking) profil pro připojení se k internetu.

Všechny profily závisí na základním profilu GAP (Generic Access Profile), který definuje základní pravidla a podmínky propojení zařízení a navázání Bluetooth spojení a L2CAP kanálů a také úroveň bezpečnosti.

Dva protokolové profily, které na sobě závisejí jsou Serial Port Profile a Generic Object Exchange Profile.

Pro vzájemnou komunikaci dvou zařízení musí obě dvě nabízet službu daného profilu. Současně je definováno něco přes 20 různých profilů[2].

Generic Access Profile

Tento profil popisuje použití dvou nejnižších vrstev Bluetooth protokolu {Link Manager Protocol (LMP) a Baseband [Link Controller (LC)]}. Pro definování bezpečnostních alternativ jsou ale v tomto profilu zahrnuty i vyšší vrstvy. Hlavními úkoly Generic Access profilu je:

- Zavedení definic, doporučení a základních požadavků souvisejících s přístupovými procedurami, které jsou používány transportními a aplikačními profily
- Popis, jak se zařízení chová ve standby a připojovacím módu tak, aby bylo možné vždy zajistit navázání spojení mezi Bluetooth zařízeními. Speciální důraz je kladen na bezpečnostní procedury
- Kódování schémat a jmen procedur a parametrů.

Service Discovery Application Profile

Bluetooth protokol také vždy obsahuje SDAP profil, který je používán k lokalizaci služeb zařízení, které se nachází v dosahu. Lokalizované služby jsou pak nabídnuty uživateli, přičemž výběr, zpřístupnění a užívání služeb není předmětem tohoto profilu. SDP zároveň definuje protokoly a procedury, kterou by měly být použity Service Discovery aplikací k lokalizaci služeb jiného Bluetooth zařízení. Tento profil je rozdílný od ostatních definovaných profilů díky tomu, že SD interakce probíhá během používání Bluetooth zařízení.

Dial-up Networking

Tento profil zprostředkovává službu připojení se k internetu skrze vytáčené připojení k síti. Toto je často využíváno laptopy, PC, PDA, modemy a mobilními telefony pro připojení k internetu tam, kde není žádný signál Wi-Fi nebo není jiná možnost připojení se k internetu než za pomoci telefonní sítě.

Generic Object Exchange Profile

Toto je služba pro vyměňování objektu, která je nejčastěji využívána mezi mobilními telefony pro přenos vizitek, mp3 souborů, videonahrávek atp.

Serial Port Profile

Tento profil je využíván pro bezdrátovou komunikaci skrze sériovou linku RS 232. V podstatě se jedná přímo o emulaci sériového portu, tedy o náhradu za sériový kabel. Je to dvoubodové spojení kdy jedno ze zařízení je iniciátorem a druhé jej musí akceptovat[1].

2.8 Shrnutí vlastností technologie Bluetooth

Technologie Bluetooth nachází v dnešní době nespočet využití v různých odvětvích. Především tuto technologii najdeme v mobilních zařízeních, u kterých potřebujeme například synchronizovat data, kontakty, přesouvat soubory a to bez nutnosti propojování zařízení kabelem. Velmi často nyní nacházejí uplatnění i v automobilové technice. Taktéž vzniká spousta zařízení, které se dají pomocí Bluetooth ovládat a tím vznikají přístroje s pohodlným dálkovým ovládáním či řízením. Bluetooth zařízení, která jsou ve svém dosahu mohou vytvořit spojení Point to point nebo Point to multipoint. Dokáží se dynamicky připojovat nebo odpojovat za chodu sítě. Nabízejí pak libovolné služby vzhledem ke svým možnostem z hlediska nastavitelných profilů:

- přenos dat či hlasu mezi mobilním zařízením a dalším zařízením (handsfree sady - profil headset),
- datová komunikace mezi dvěma stejnými či podobnými mobilními zařízeními (mobilní telefony, PDA zařízení, atd. – profily FTP, GOEP),
- datová komunikace mezi dvěma různými zařízeními (PC – mobilní zařízení – profil FTP),
- připojení periferních zařízení k počítači (myš, sluchátka, tiskárna, klávesnice),
- dálkové ovládání počítače nebo spotřebičů v domácnosti,
- telematika v automobilech[7].

3 Realizace zařízení

Prvotním požadavkem pro funkci zařízení bylo spínání a rozepínání několika reléových kontaktů na základě požadavku z dálkového ovládání pro oblast automobilové elektroniky. Použití pro něj by pak bylo povícero. Mohlo by se využívat jako odpojovač určitých vedení na automobilu, za účelem simulace různých provozních závad, a to třeba i za jízdy. Dalším využitím by mohlo být například dálkové ovládání ventilátoru pro náporové chlazení motoru při měření jeho výkonu a vlastností v laboratoři, nebo třeba jako dálkové ovládání elektrických vrat atp. Dala by se najít ještě řada dalších aplikací i v jiných oblastech, kde by se mohlo využít.

Nejprve bylo nutno vybrat způsob, kterým by se zařízení dálkově ovládalo. Po krátkých úvahách nad IrDA technologií přišla myšlenka využít v současné době populární technologie Bluetooth, která stále více proniká i do automobilového průmyslu. Koneckonců tam byla tato práce také nasměrována. Po krátké chvíli bylo tedy rozhodnuto.

Později byl dán přesnější požadavek spínání 4 reléových spínacích kontaktu a jednoho kontaktu pro případné buzení výkonového relé jako odpojovače autobaterie, nebo jiného vhodného zařízení pro možnost použití přímo v automobilu. V příloze je uvedeno schéma zapojení buzení pro odpojovač autobaterie včetně katalogových listů budícího tranzistoru a 300A relé vhodného pro tento účel.

3.1 Bluetooth modul

Prvkem, který do jisté míry určoval podmínky pro návrh celého systému, bylo Bluetooth zařízení. To určovalo svým komunikačním rozhraním určité podmínky jak pro mikroprocesor, tak pro ovládací stranu zařízení včetně ovládacího software. Přímou pro účely použití v automobilech se vyrábějí průmyslové moduly. Použitý průmyslový Bluetooth modul byl zakoupen u Ostravské firmy Sectron. Tam byl zakoupen také modem, který je potřebný k prvotnímu nastavení všech potřebných parametrů modulu pomocí zadávání AT příkazů. Jednou z možností modulu je pak jeho nastavení pro bezdrátové zadávání AT příkazu. Toto se nejvíce hodí v případech, kdy se současně pracuje s více takovými moduly a manipulace s nimi by potom byla zdlouhavější a náročnější.

3.1.1 Průmyslový Bluetooth modul Ezurio BISM II

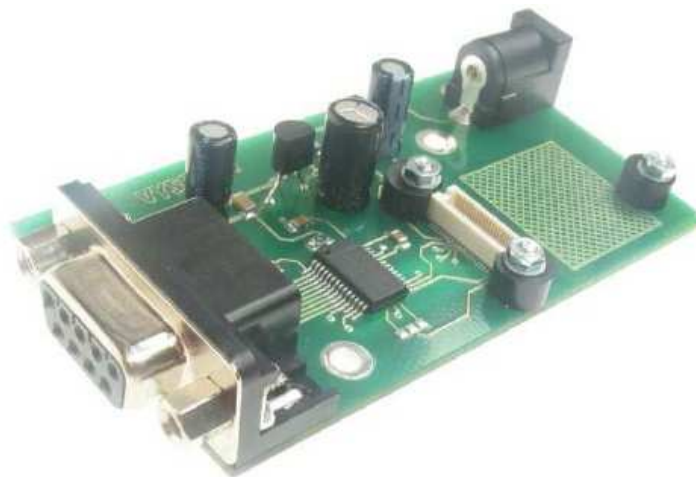
Bezdrátový příjem informací pro ovládání zajišťuje průmyslový modul firmy Ezurio BISM II. Pracovní rozsah teplot je výrobcem udáván v mezích od -40°C do 85°C . Modul je označen první třídou dosahu, přesněji pak 250m na volném prostranství a to pouze s integrovanou anténou při standardním vyzařovacím výkonu 4,6mW. Tyto základní vlastnosti z něj při rozměrech 22,0mm x 34,0mm x 7,6mm udělaly dobrého kandidáta pro následné použití. Ezurio moduly se vyznačují možností rychlé a snadné integrace, jsou osazovány přímo do patice SMT konektoru a jejich nastavování se provádí skrze sériový terminál pomocí zadávání konkrétních AT příkazů. Pro nastavení modulu jsem použil poslední verzi terminálu dostupnou přímo z webových stránek výrobce[5].



Obrázek 4: průmyslový Bluetooth modul Ezurio BISM II

3.2 Konfigurace modulu

Pro prvotní konfiguraci modulu je třeba použít modemu. Osazený modem je třeba připojit k stejnosměrnému napájecímu napětí v rozsahu od 8V do 12V, samotný modul pak využívá pro své napájení napětí 5V.



Obrázek 5: Modem pro konfiguraci modulu

Pro propojení modemu s počítačem jsem použil sériovou linku RS 232 se standardním konektorem DB9. Bluetooth modul komunikuje taky asynchronním sériovým rozhraním, ale s úrovní 3,3V a proto je na desce modemu použito převodníku MAX3245 známé firmy MAXIM. Ten zajišťuje velmi rychlý převod napětíových úrovní (garantovaný 1MBd).

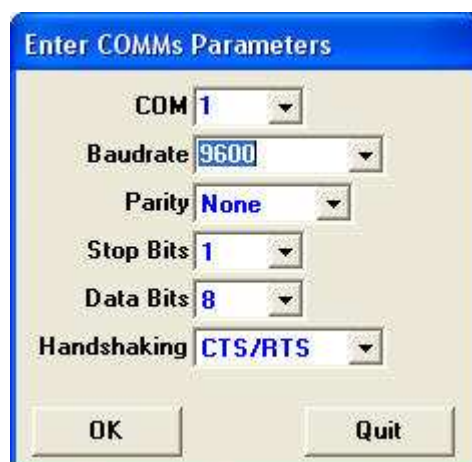
3.2.1 Obsluha programu Ezurio Terminal

Pro prvotní nastavení modulu jsem použil poslední verze (6.6.3) výrobcem dodávaného programu Ezurio Terminal. To se provádí formou zadávání AT příkazu. Ezurio Terminal je v podstatě obdobou jiných terminálů sloužících pro komunikaci se sériovým COM portem počítače, jako je například služba Hyperterminál integrovaná přímo do operačního systému Windows.

Jednou z výhod programu Ezurio Terminal je možnost používání předdefinovaných příkazů, které se tak velmi rychle pomocí stisknutí jednoho tlačítka mohou posílat přímo do modulu.

Pro připojení se k zařízení je třeba vybrat konkrétní COM port. U většiny osobních počítačů to standardně bývá COM1 (viz. Obrázek 6), notebooky dle hardwarového provedení. Dále je pak potřeba nastavit přenosovou rychlost, stop bity, datové bity a hardwarové řízení

toku. Vyobrazené hodnoty bývají předdefinovány jak v okně terminálu, tak v počítači. Kromě výběru příslušného portu by tedy nemělo být zapotřebí nic nastavovat v systémovém správci.



Obrázek 6: Úvodní okno pro otevření portu v Ezurio Terminal

V terminálovém okně se pak vlevo nahoře objeví status portu a uprostřed nahoře jeho námi zvolená konfigurace (viz. Obrázek 7).



Obrázek 7: Ezurio Terminal při konfiguraci modulu AT příkazy

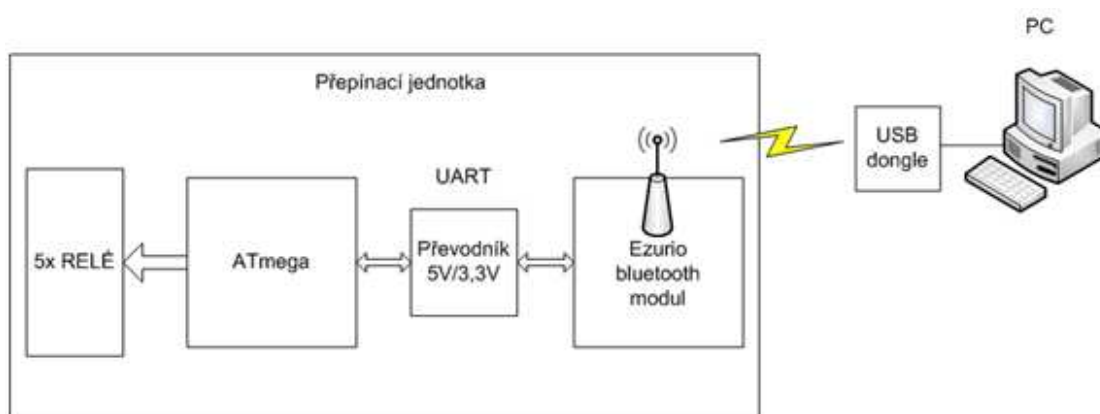
Nyní je vše připraveno k zadávání konfiguračních příkazů formou AT. Všechny příkazy včetně jejich správné syntaxe jsou uvedeny v dokumentu výrobce, který je v příloze této diplomové práce. Zde je výpis všech mnou použitých:

- AT+BTF="PREPINACI JEDNOTKA" – tímto příkazem nastavíme jméno Bluetooth modulu. Maximální délka je 24 znaků. Nastavené jméno je pak uloženo pouze do dočasné paměti, která je při restartu automaticky mazána. To znamená, že pokud využijeme tento příkaz, bude modul bez restartu ihned přejmenován, po restartu se ale načte jeho jméno z trvalé paměti. Použití tohoto příkazu není nezbytné,
- AT+BTN="PREPINACI JEDNOTKA" – zde platí totéž co pro AT+BTF, jenom s tím rozdílem, že název je ukládán do trvalé paměti a změna je tak patrná až po hardwarovém restartu modulu a je do další změny tímto příkazem trvalá,
- AT+BTS="DALKOVE OVLADANI" – příkaz k pojmenování služby poskytnuté Bluetooth modulem. Maximální délka je opět 24 znaků. V tomto případě je takto pojmenována služba poskytující emulaci sériové linky, tedy Serial Port Profile,
- ATS0=1 – nastavení počtu volání před automatickou odpovědí. Při hodnotě registru 1 modul okamžitě odpovídá na požadované spojení. Při hodnotě -1 modul nebude odpovídat na požadavek spojení,
- ATS12=4 – nastavení statusu modulu po jeho zapnutí. Pokud je nastaven na 0, je nutno zadat příkaz AT+BTO pro aktivaci Bluetooth zařízení. Pro hodnotu 1 je aktivní. Při hodnotě 2 bude pouze nalezitelný pro ostatní Bluetooth zařízení. Pro hodnotu 3 bude připojitelný, ale nenalezitelný. Pro použitou hodnotu 4 bude nalezitelný i připojitelný pro všechna zařízení Bluetooth. Pro hodnotu 5 platí stejné pravidlo jako pro hodnotu 2, ale modul bude přijímat data pouze se zapojením signálu DSR – jedná se o poloduplexní komunikaci, která bude tímto signálem řízena. Pro hodnotu 6 bude nastaven jako pro hodnotu 3, ale opět je nutno propojit DSR řídicí signál. Pro poslední možnou hodnotu 7 zůstane nastavený jako při hodnotě 4, ale komunikace bude opět jen poloduplexní a řízená signálem DSR,
- ATS502=1 – nastavení autentifikace pro příchozí spojení. Pro hodnotu 0 nebude autentifikace vůbec požadována,
- ATS536=1 – tímto registrem je možné povolit zadávání AT příkazů pomocí Bluetooth spojení (při hodnotě 1),
- AT+BTK="12345" – nastavení autentifikačního hesla (PIN) pro spojení. Maximální délka je 8 znaků. Zadána mohou být pouze číslice s ohledem k možnému připojování se mobilních zařízení,
- ATS102=1 – nastavení profilu sériového portu,
- ATS520=9600 – nastavení přenosové/modulační rychlosti Bluetooth modulu. Baud rate lze měnit v rozmezí standardně používaných rychlostí (1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200) pro nastavení S registru S525=1. Je-li registr S525=0, je možné nastavit přenosovou rychlost až do výše 961200Bd. Standardně od výrobce by měl modul být nastaven na hodnotu 9600Bd,

- ATS506=1 – povolení echa na Bluetooth modulu. Funkce příkazu je po jeho zadání vidět na Obrázku 7,
- AT&W – uložení aktuálních nastavení S registrů z používané dočasné paměti do trvalé paměti,
- ATZ – restart modulu.

3.3 Návrh přepínací jednotky

Když už bylo jasné, jakou technologii bude řešeno dálkové ovládání, přišel na řadu návrh samotné přepínací jednotky. Bylo třeba rozhodnout se pro konkrétní mikroprocesor, který bude přijímat příkazy, na základě kterých pak bude ovládat reléové výstupy. Pro realizaci zařízení bylo vymyšleno následné blokové schéma:

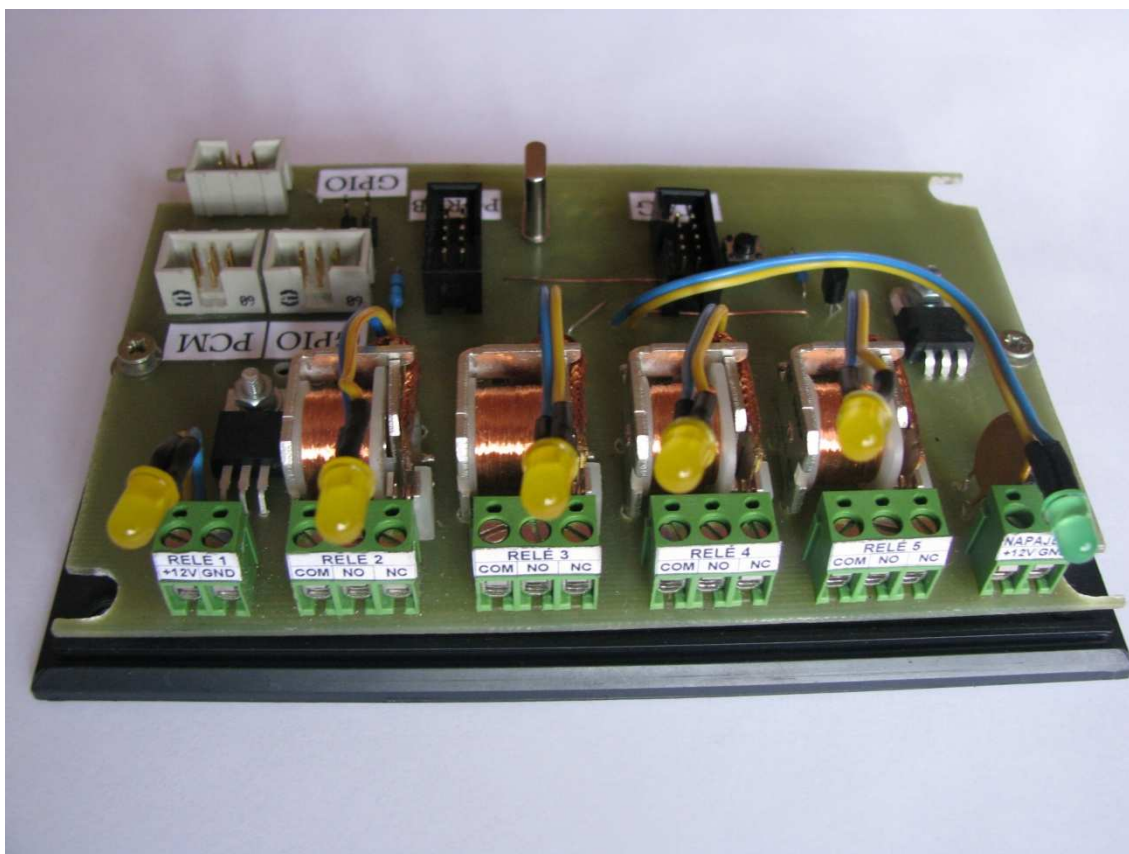


Obrázek 8: Blokové schéma přepínací jednotky s dálkovým ovládáním

3.3.1 Návrh desky plošného spoje

Zadáním práce bylo určeno spínání 4 reléových kontaktů a jednoho kontaktu pro připojení výkonového relé coby odpojovače autobaterie. Rozhodl jsem se pro návrh jednostranné desky plošného spoje a pro její osazení jsem se snažil v co největší možné míře využít součástky určené pro povrchovou montáž. V tomto provedení jsou tak všechny součástky kromě vývodových konektorů, stabilizátorů pro napájení Bluetooth modulu a převodníku, výkonnějšího tranzistoru pro případné buzení výkonového relé a především pak samotných autorelé a pár dalších.

Základní bloky pro návrh schématu zapojení již byly dány ve vymyšleném blokovém schématu. Začal jsem tedy postupně s propojováním jednotlivých částí celého systému. Počínaje mikroprocesorem, Bluetooth modulem, převodníku a dalších. Celý návrh jsem provedl v editoru plošných spojů EAGLE od společnosti CadSoft a výslednou desku pak vyhotovil v domácích podmínkách. Rozměry desky byly přizpůsobeny pro vložení do krabičky na 14cm x 9cm s tím, že na vrchní straně TOP jsou umístěny vývodové autorelé, svorkovnice, konektory (určeny pro programování mikroprocesoru a následné možné rozšíření funkcí zařízení) a některé další obvody.



Obrázek 9: Pohled shora na osazenou desku připravenou k montáži do krabičky

Pro vyhotovenou desku pak bylo ještě třeba přizpůsobit vybranou krabičku KM50. Ta má rozměry 15cm x 11cm x 5cm. Pro vyvedení vodičů jsem do čela vyvrtal díry a osadil je gumovými průchodkami. Pro LED diody jsem vyvrtal menší díry, do kterých se pak diody vkládají spolu s objímkami. Nakonec jsem vytvořil popis předního panelu, který jsem vytiskl na lepicí papír a ten pak ještě přelepil průhlednou fólií.



Obrázek 10: Výsledná podoba přepínací jednotky

3.3.2 Řídicí mikroprocesor

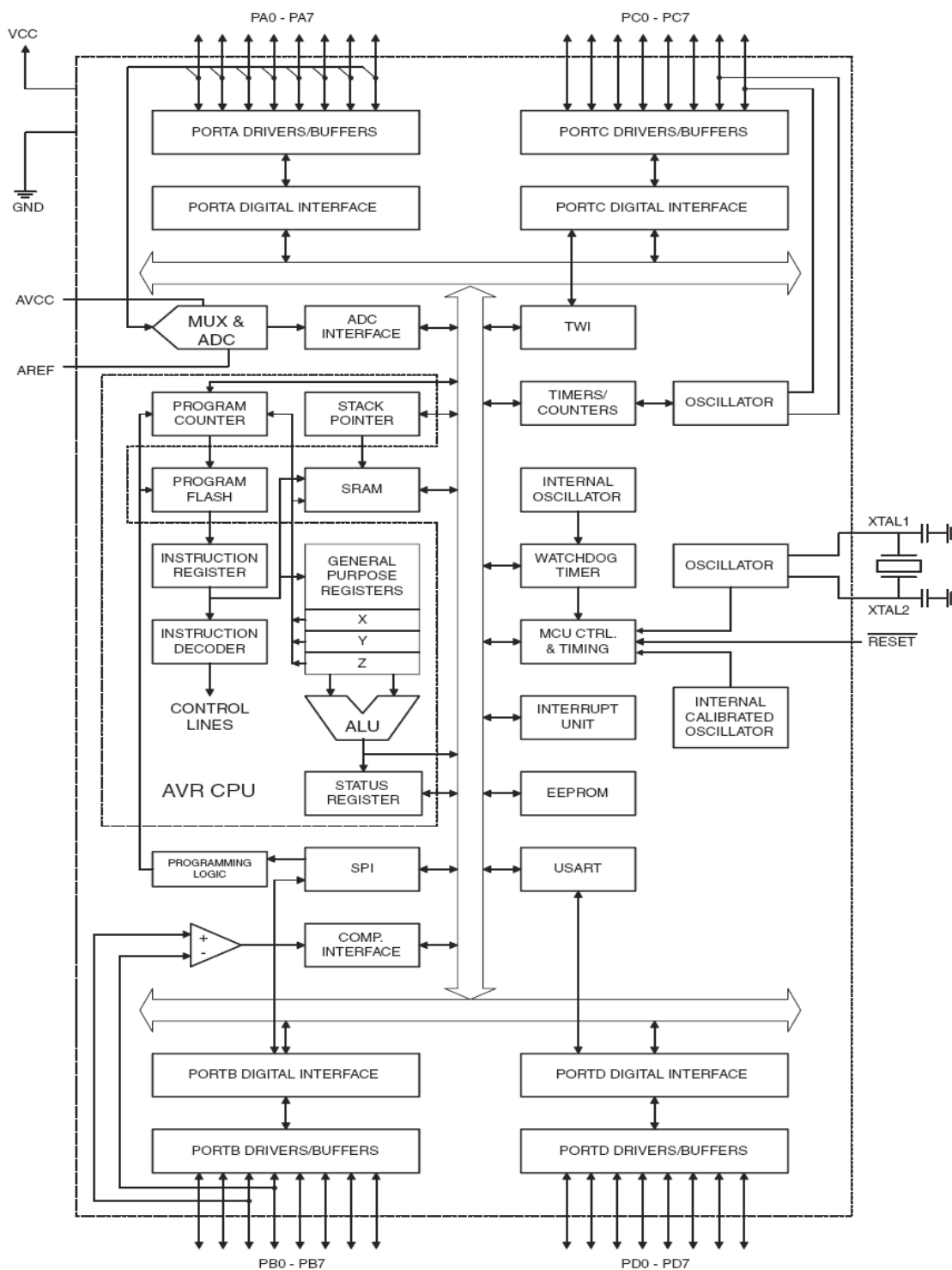
Pro přepínací jednotku jsem vybral mikroprocesor firmy Atmel rodiny AVR s označením ATmega 16. Jedná se o 8 bitový mikroprocesor využívající rozšířenou RISC architekturu, která obsahuje 131 instrukcí výkonnějšího typu, 32 8 bitových pracovních registrů pro všeobecné použití, dosahující výpočetního výkonu až 16MIPS při zdroji hodinového signálu o frekvenci 16MHz. Mikroprocesor obsahuje 16kB programové FLASH paměti, kterou lze programovat přímo v systému, bez nutnosti vyjmutí mikroprocesoru z aplikace. Dále obsahuje 512B EEPROM a 1kB interní paměti SRAM. Pro programování mikroprocesoru se využívá JTAG rozhraní.

Mikroprocesor uvnitř dále obsahuje dva 8 bitové čítače/časovače s oddělenými předděličkami a porovnávacím módem, jeden 16 bitový čítač/časovač s oddělenou předděličkou, 4 PWM kanály s programovatelným rozlišením od 2 do 16 bitů, osmikanálový 10 bitový AD převodník, sériovou USART a SPI sběrnici, hlídací watch dog timer a analogový komparátor.

Dále je implementována funkce Power - on reset, což je reset po přivedení napájecího napětí a programovatelná funkce Brown - out detection. Ta zajišťuje resetování mikroprocesoru, při poklesu napájecího napětí pod nastavenou mez v Brown - out detection. Během testování zařízení jsem se setkal s menším problémem v podobě nedostatečně dimenzovaného napájecího zdroje. Celková proudová spotřeba přepínací jednotky při sepnutém stavu všech autorelé a napájecím napětí 12V je zhruba 650mA. V plně sepnutém stavu po pár minutách začalo vzhledem k nedostatečné „tvrdosti“ použitého zdroje klesat napájecí napětí a to spolu nastavenou funkcí napětíového hlídání Brown - out detection pro úroveň 4V po pár minutách vedlo k resetu mikroprocesoru. Ten se pak cyklicky prováděl zhruba co deset vteřin (po resetu byly vždy do doby 1s opět sepnuty všechny relé, jednotka tak měla maximální možný příkon). Hodnota 4V a tedy funkčnost systému byla dodržena jen do doby, kdy integrovaný obvod 7805 ještě stabilizoval. Provedl jsem proto měření, které určilo minimální napětíovou úroveň na napájecích svorkách pro korektní funkci zařízení. Naměřená hodnota minimálního vstupního napětí byla přesně 5,7V. Pod touto úrovní již stabilizátor nepracoval a docházelo tak k poklesu napětí, které vedlo vždy právě díky této funkci mikroprocesoru k jeho následnému resetu. Zařízení bylo navrženo pro napájecí napětí optimálně 12V. V případě jeho poklesu k uvedené hranici se ještě zachová jeho funkčnost, zároveň ale dochází k razantnímu snížení životnosti autorelé vlivem jejich nedostatečného buzení a tím i prodlužování spínacích a rozpínacích časů.

Použitý mikroprocesor obsahuje 32 vstupně/výstupních bran, je umístěn v pouzdře TQFP 44, napájecí napětí U_{CC} je v rozsahu 2,7V až 5,5V a maximální kmitočet hodinového signálu je $f_{CLKmax} = 16\text{MHz}$ [9].

Na obrázku č. 11 je uvedeno vnitřní blokové schéma použitého mikroprocesoru Atmel ATmega 16.



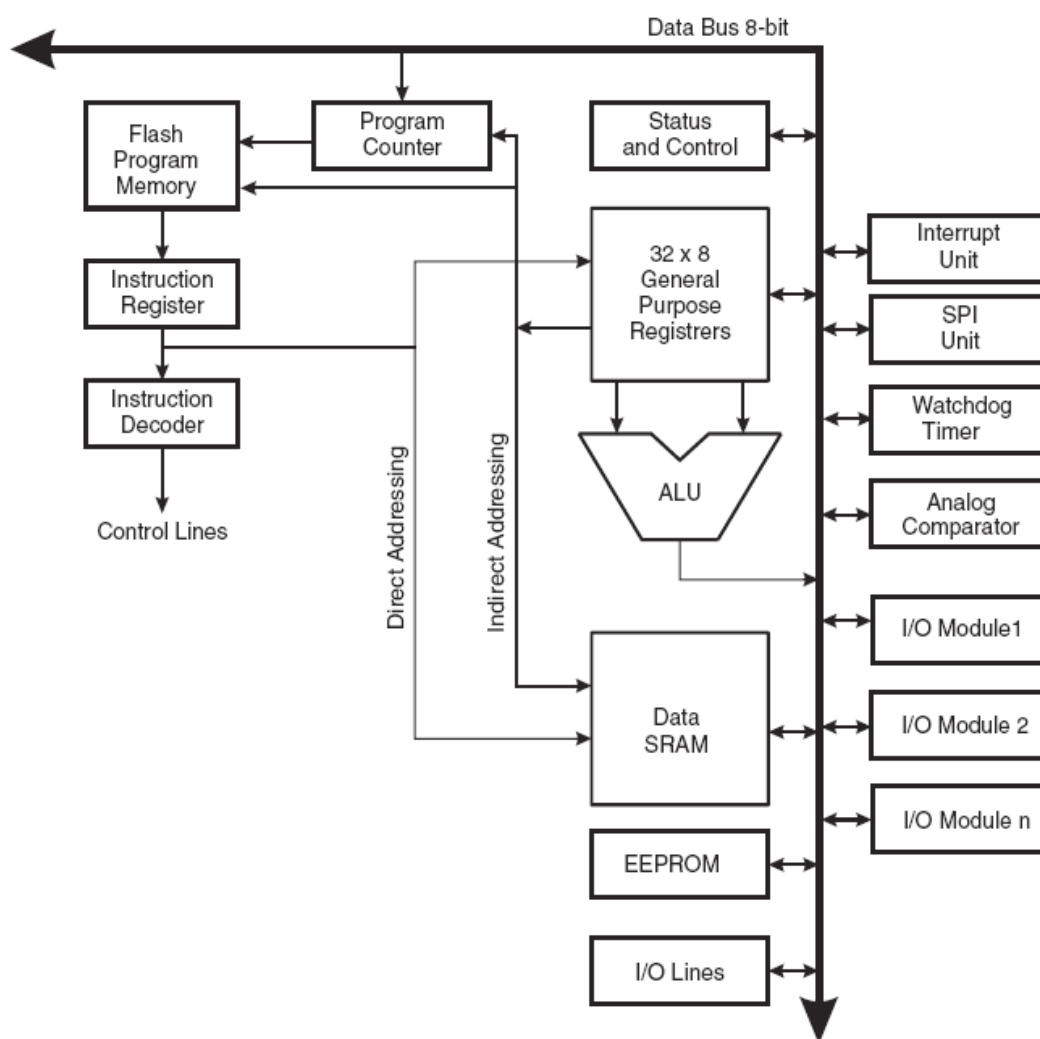
Obrázek 11: Blokové schéma mikroprocesoru Atmel ATmega 16^[9]

Mikroprocesor může být taktován hned z několika míst, buď z vnějšího RC oscilátoru, krystalu, nebo keramického rezonátoru, nebo pak taky ze zdroje vnějšího hodinového signálu.

Pro komunikaci s vnějším okolím je možno použít 6 osmibitových vstupně/výstupních bran PA až PF a jednu pětibitovou bránu PG.

Mikroprocesor může vyvolat přerušení až ze 30 zdrojů přerušení, jen vnějších přerušení je 8, dále jsou zde přerušení od Resetu, čítačů/časovačů 0 až 3, SPI, USART, vnitřní EEPROM, AD převodníku, analogového komparátoru a dalších.

Na obrázku č. 12 je blokové schéma jádra procesoru AVR, do jehož rodiny použitý Atmel ATmega 16 patří.



Obrázek 12: Blokové schéma jádra mikroprocesoru AVR^[9]

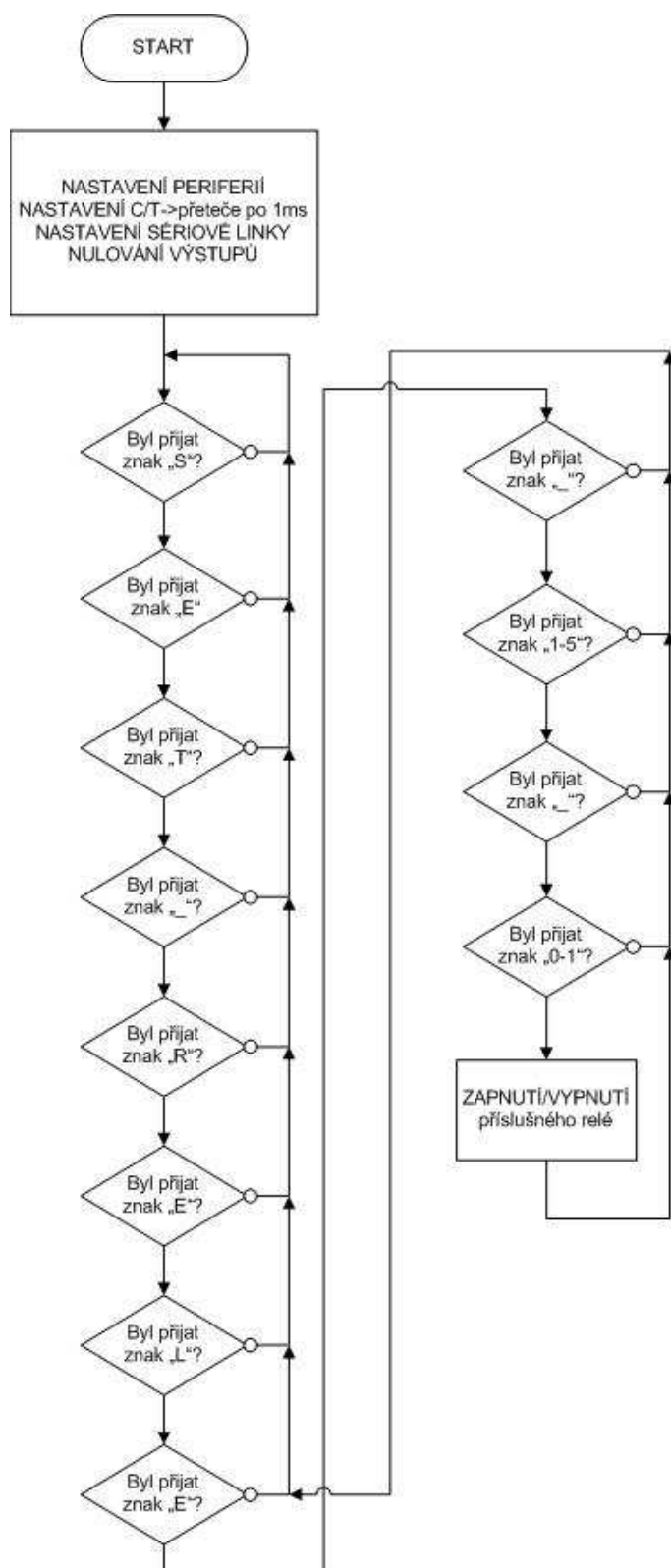
Aritmeticko-logická jednotka (ALU) má přímý přístup ke 32 osmibitovým registrům pro všeobecné použití, které jsou uspořádány do 8 bank. Během jednoho strojového cyklu načte ALU až 2 operandy ze všeobecně použitelných registrů. Následně je proveden výpočet, jehož výsledek je uložen zpět do registrů. Některé AVR procesory, jako i použitý ATmega obsahuje hardwarovou násobičku pro celočíselnou i desetinnou aritmetiku. Používá se zde jednoúrovňový pipeline za účelem zrychlení provádění instrukcí, funguje tak, že při provádění jedné instrukce se již další načítá z paměti programu.

Z procesoru jsem na desce vyvedl na konektor celý port B. Z Bluetooth modulu pak 8 vstupů/výstupů pro všeobecné použití a všechny PCM vstup/výstup. Toto vzhledem k možnostem použitého mikroprocesoru a Bluetooth modulu následně nabízí další případné možnosti rozšíření funkce zařízení.

3.4 Program řízení přepínací jednotky

Program pro řízení přepínací jednotky se skládá z hlavního programu a podprogramu pro blikání LED diody za účelem signalizace stavu zařízení. Dioda po dobu 500ms svítí, stejně tak dlouhou dobu je pak zhasnutá. Toto vše je uzavřeno v nekonečné časové smyčce. Program nevyužívá žádného přerušení. Popis činnosti hlavního programu následuje u zjednodušeného algoritmu.

3.4.1 Zjednodušený algoritmus hlavního programu procesoru



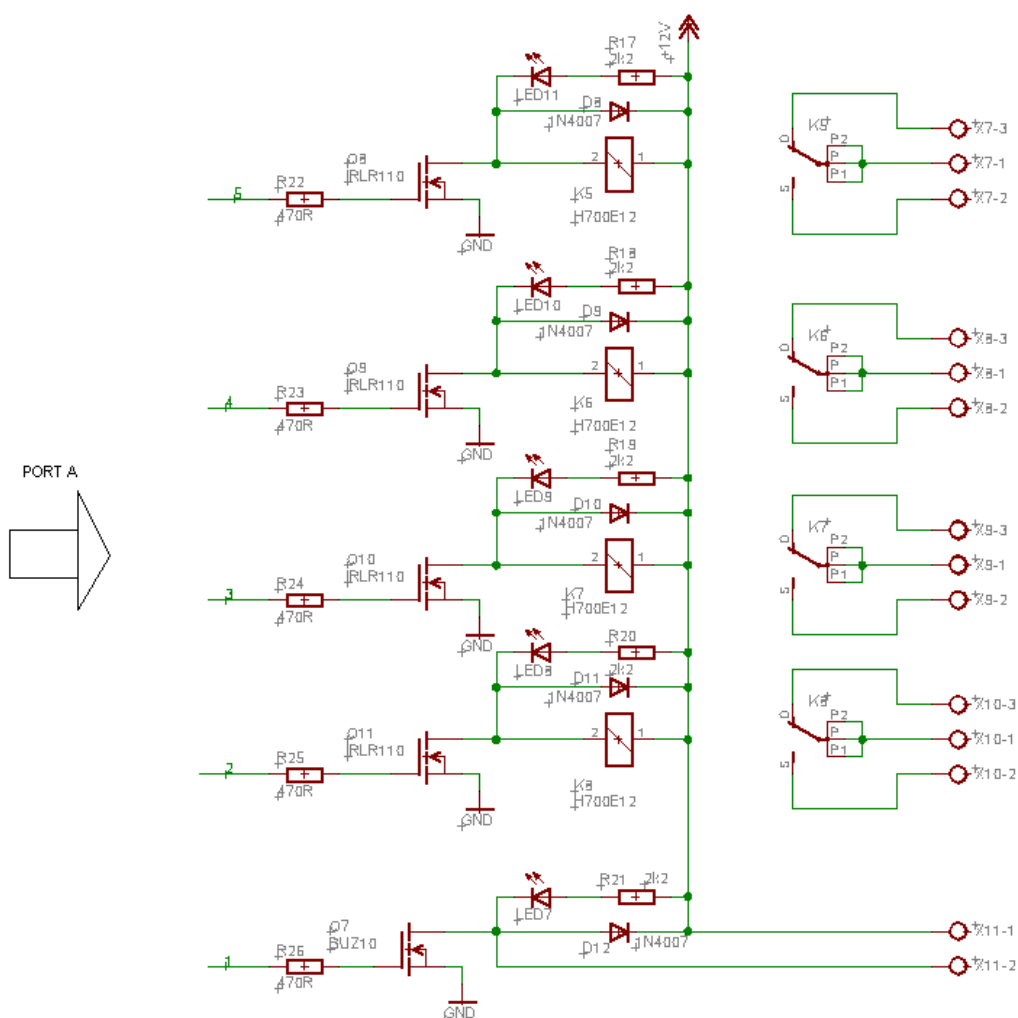
Činnost hlavního programu je následující. Po průběhu bloku nastavení periférií a dalších se cyklicky testují přijaté znaky sériovou linkou. Pro pozitivní akci programu musí být proto přijat přesný sled devíti znaků (včetně mezer): „SET_RELE“ po kterých následuje testování desátého znaku. Ten definuje příslušné relé. Pak následuje ještě jedna mezera a jako dvanáctý a poslední znak přijímaného slova přichází požadovaný stav sepnutí relé nabývající hodnot 0 pro vypnuté relé nebo 1 pro sepnuté relé.

Na základě těchto přijatých informací sériovou linkou dochází pak hlavním programem k vykonání požadované operace na výstupu portu A mikroprocesoru, kde jsou jednotlivá relé zapojena.

Obrázek 13: Zjednodušený algoritmus hlavního programu

3.5 Zapojení reléových výstupů

Pro připojení všech reléových výstupu jsem použil port A mikroprocesoru. Použitá relé mají být buzena stejnosměrnými 12V. Proto jsou připojena přímo na vstup napájecího napětí přepínací jednotky. Vzhledem k potřebnému proudu a napětí pro buzení cívek bylo nutno použít spínacího prvku. Pro toto jsem zvolil MOSFET tranzistoru IRLR 110 v provedení pro povrchovou montáž. V případě, že by se relé připojilo přímo na port, došlo by k poškození samotného mikroprocesoru. Přímou u relé je umístěna LED dioda, která indikuje stav - při sepnutém kontaktu svítí. Pro odpojování reléové cívky coby indukčnosti je ještě paralelně připojena ochranná dioda. Každé ze čtyř použitých autorelé je schopno spínat proud až do výše 45A. K tomu byly patřičně dimenzovány cesty na desce plošných spojů. Stejně je zapojen i vývodový tranzistor BUZ10 pro účel buzení odpojovače autobaterie.



Obrázek 14: Schéma zapojení reléových výstupů

4 Komunikační rozhraní

Celé zařízení ve své funkci využívá několika sériových rozhraní (UART – Universal Asynchronous Receiver/Transmitter). K propojení modemu s počítačem za účelem jeho prvotního nastavení se využívá sériové linky RS 232. Modem tedy přijímá a vysílá data pro nastavování modulu s logikou o úrovni 12V. Samotný Bluetooth modul, ale ke své komunikaci na vývodech využívá úrovně 3,3V a použitý procesor zase pro změnu komunikuje na úrovních TTL 5V. Proto je v zařízení použito několika převodníků pro požadované úrovně.

4.1 RS 232

Sériové rozhraní RS 232 bylo vytvořeno pro přenos dat na krátkou vzdálenost zhruba do 15m. Pro přenos se využívá třech vodičů, kdy jeden (TXD) je použit pro vysílací signál, druhý (RXD) pak pro přijímací signál a třetí je jejich společnou zemí. Kvůli větší odolnosti proti rušení je zde pro přenos využíváno vyšší úrovně napětí. Jedná se tedy o asynchronní přenos, ve kterém musí být na obou stranách pevně nastavena modulační/přenosová rychlost Baud Rate [Bd]. Synchronizace toku dat se spouští sestupnou hranou startovacího impulsu. Ostatní vodiče bývají používány k nastavení hardwarového řízení toku dat – připravenost k příjmu, atp. RS 232 je plně duplexní, data tedy mohou být současně posílána oběma směry.

4.1.1 Parametry RS 232

RS 232 používá dvě napěťové úrovně. Úroveň H a úroveň L. Úroveň H bývá občas označována jako marking state neboli klidový stav. Logické úrovni L se přezdívá space state. Úroveň H je indikována zápornou úrovní, zatímco úroveň L je přenášena kladnou úrovní. Povolené napěťové úrovně jsou uvedeny v tabulce níže. Nejčastěji se pro generování napětí používá napěťový zdvojovač z 5V a invertor. Logické úrovně jsou potom přenášeny napětím +10V pro úroveň L a -10V pro úroveň H.

Datové signály

Úroveň	Vysílač	Přijmač
<i>L</i>	+5 V až +15 V	+3 V až +25 V
<i>H</i>	-5 V až -15 V	-3 V až -25 V
<i>Nedefinovaná</i>	-3 V to +3 V	

Tabulka 2: Napěťové úrovně datových signálů RS 232

4.1.2 Délka vedení RS 232

Standard RS 232 uvádí maximální možnou délku vodičů 15 metrů, nebo délku vodiče o kapacitě 2500pF. To znamená, že při použití kvalitních vodičů lze dodržet standardu a při zachování jmenovité kapacity prodloužit vzdálenost až na cca 50 metrů. Kabel lze také prodlužovat při snížení přenosové rychlosti, protože potom bude přenos odolnější vzhledem k velké kapacitě vedení. Uvedené parametry počítají s přenosovou rychlostí 19200Bd. Texas Instruments uvádí (viz. Tabulka 3) výsledek pokusných měření následujících délek vodičů v závislosti na přenosové rychlosti. Tyto údaje je třeba brát pouze jako orientační z hlediska „laboratorních“ podmínek tohoto měření. V praxi je třeba navíc počítat s rušením a jinými vlivy. Pro přenos dat na větší vzdálenosti je potom výhodnější používat buď rozhraní RS 422 nebo RS 485 [8].

Baud rate [Bd]	Max lenght [ft]	Max lenght [m]
19 200	50	15
9 600	500	150
4 800	1 000	300
2 400	3 000	900

Tabulka 3: Přenosové rychlosti pro určité vzdálenosti

4.1.3 Parametry datového přenosu

Parita zabezpečuje co nejjednodušeji bez nároků na výpočetní výkon samotný přenos dat. Při vysílání se sečte počet jedničkových bitů a ten se doplní paritním bitem tak, aby byla zachována předem dohodnutá podmínka sudého nebo lichého počtu jedničkových bitů.

- Sudá parita - počet jedničkových bitů + paritní bit = SUDÉ ČÍSLO.

- Lichá parita - počet jedničkových bitů + paritní bit = LICHÉ ČÍSLO.
- Space parity - tzv. nulová parita – paritní bit je vždy v log. Úrovní L, používá se například při komunikaci 7bitového zařízení s 8bitovým, kdy paritní bit nahrazuje tvrdou log. L poslední bit v byte, tím je zachována kompatibilita s 8bitovým přenosem.
- Mark parity - paritní bit je nastaven tvrdě na log. úroveň H, při kompenzaci 7 bitového provozu je třeba jej na přijímací straně nulovat, jinak není kompatibilní s ASCII.
- Stop bit - definuje ukončení rámce. Zároveň zajišťuje určitou prodlevu pro přijímač. Právě v době příjmu STOP bitu většina zařízení zpracovává přijatý BYTE.
- Zdvojený STOP bit - používá se u pomalejších zařízení pro dobřích zpracování přijatého znaku. Jedná se o standard na 110Bd.

4.1.4 Připojení RS 232 na TTL

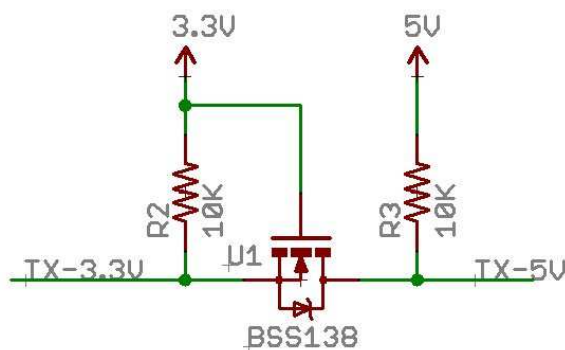
Používá-li se v zařízení TTL nebo CMOS obvodů, musí se jejich logická úroveň napětově upravit před připojením do PC z toho důvodu, že napětové úrovně RS 232 nejsou přímo slučitelné s úrovněmi žádné logiky. Pro toto upravení se standardně používalo obvodů 1488 a 1489, které ale potřebovaly +12V a –12V pro vytvoření výstupních úrovní. To byl v podstatě jeden z důvodů, proč je v klasickém PC ze zdroje vyvedeno i –12V a –5V. Firma MAXIM udělala v tomto směru průlom se svým obvodem MAX232, kde využila svých dosavadních znalostí v oblasti spínaných nábojových měničů napětí a vyvinula obvod, který si vystačil pouze s úrovní 5V a potřebné napětí si byl schopen samostatně vyrobit za pomoci 4 externích kondenzátorů. Obvod konvertuje logickou úroveň L na +3,15V a logickou úroveň H na –3,15V. MAX 232 se stal velmi populárním a dnes lze najít jeho obdobu téměř ve všech komerčních zařízeních připojovaných k RS 232.

4.2 Připojení UART TTL 5V na UART 3,3V

Stále více zařízení využívá pro svou komunikaci 3,3V úrovní oproti 5V úrovním se kterými pracuje většina mikroprocesorů. Nejinak je tomu i v tomto případě, kdy použitý mikroprocesor ATmega 16 ke komunikaci využívá 5V TTL úrovní a Bluetooth modul 3,3V logických úrovní. Proto je mezi nimi použito převodníku. Dalo by se taky využít převodníku firmy MAXIM, ten je ale dražší a oproti použitému jednoduchému zapojení nepřináší v podstatě žádnou výhodu.

Pro každý datový vodič je použito zapojení jednoho MOSFET tranzistoru s N-kanálem v obohaceném módu v kombinaci se dvěma pull up odpory. Toto umožňuje obousměrný

napětový převod úrovní pro komunikaci modulu s mikroprocesorem. V levé části je rezistor připojený k napětí 3,3V a v pravé části je rezistor připojený k napětí 5V. Každá část je tedy napájena napětím, které je využíváno oběma logikami. Gate tranzistoru je připojena k nejnižšímu napájecímu napětí, source je připojen na straně nižšího napětí datového vodiče a drain na straně vyššího napětí datového vodiče. Dioda je integrována v pouzdře tranzistoru a představuje NP přechod mezi drain a kanálem.



Obrázek 15: Schéma zapojení převodníku logických úrovní pro jeden datový vodič

Toto zapojení umožňuje oboustranný převod napětových úrovní a je tak použitelné např. i pro I²C sběrnici, kde se synchronizovaná data posílají po jednom vodiči na obě strany. V tomto případě bylo třeba použít toto zapojení pro každý datový vodič. Tedy jednou pro přijímací RXD a podruhé pro vysílací TXD.

5 Dálkové ovládání

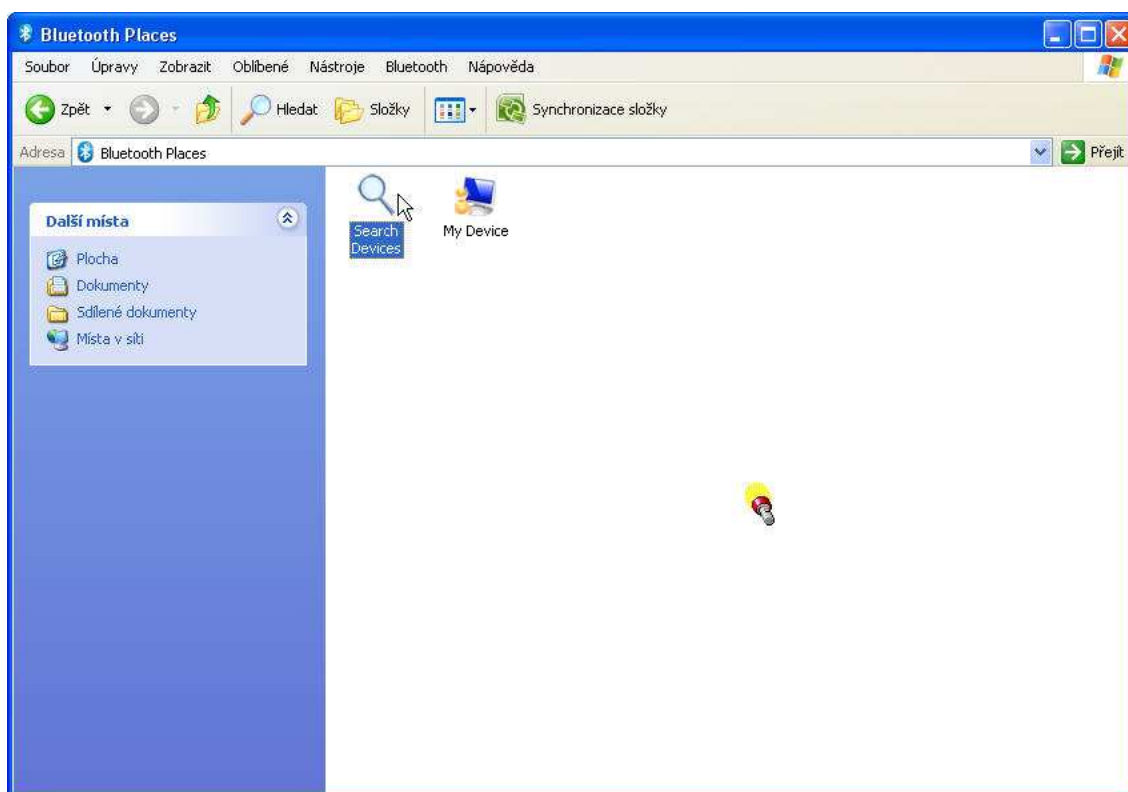
Ve třetí kapitole jsem již popsal jak pro účel dálkového ovládání nastavit Bluetooth průmyslový modul. Nyní je na řadě samotné vytvoření bezdrátové sériové linky. Dále je pak nutno použít příslušného software, který bude komunikovat s mikroprocesorem a posílat mu tak svá data na základě požadavku uživatele. Pro tyto účely by bylo možno použít i mobilního přístroje pro který by se ale musel vytvořit program v programovacím jazyce J2ME. To by bylo výhodné především pro velkou podporu Bluetooth technologie u této skupiny zařízení. V současnosti už je ale nejmenší problém její pořízení v podobě levných USB dongle. Nakonec jsem se tedy rozhodl vytvořit ovládací program v programovacím prostředí LabView verze 8.5 od firmy National Instruments. Tímto byl osobní počítač, resp. notebook disponující technologií Bluetooth určen jako základní platforma pro jeho použití. Ke spuštění programu je nutno mít nainstalovaný software LabView příslušné verze, nebo aplikační rozhraní vytvořené taky tímto programem s podporou příslušných ovladačů.

LabView (Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench) je vývojovým prostředím s bohatou softwarovou výbavou pro vytváření aplikací do oblasti měření pro sběr, analýzu a prezentaci naměřených dat. Pro toto podporuje všechny základní způsoby sběru dat jako například ze zásuvných multifunkčních karet, ze systému na bázi VXI sběrnice, přes rozhraní GPIB a především pak přes sériové rozhraní RS 232. Tento programovací jazyk je označován jako G jazyk (tedy Graphic Language). Labview je vývojovým prostředím na úrovni např. C jazyka, na rozdíl od něj je však ale orientován graficky a ne textově. Výsledný virtuální soubor tohoto prostředí svými projevy a činností napodobuje klasický fyzický přístroj a je proto nazýván virtuálním přístrojem (Virtual Instrument). V oblasti měřicí techniky se tento software stal jakýmsi standardem pro různá měření, sběr dat a jejich následné zpracování.

Zásadní věc pro dálkové ovládání je emulace sériového portu. Zařízení je tak ovládáno v podstatě bezdrátovou sériovou linkou. V osobních počítačích není Bluetooth ještě standardně implementován. O to jednodušší je však ale jeho pořízení a následná instalace. Nejlepší cestou je použití Bluetooth ve formě USB dongle – tedy USB klíčenky, která se jednoduše zastrčí do moderního USB portu, který dnes již obsahují všechny osobní počítače. V případě ovládání z notebooku je to stejné jako u osobního počítače, nebo většinou ještě jednodušší díky stále častější přímé implementaci Bluetooth.

5.1 Vytvoření bezdrátové sériové linky

Pro dálkové ovládání přepínací jednotky je třeba vytvořit spojení bezdrátovou sériovou linkou. S nastaveným funkčním Bluetooth modulem je zapotřebí ještě využít software dodávaný k USB dongle, respektive k Bluetooth zařízení notebooku. V mém případě to byl program Bluesoleil verze 6.4.240.2 od společnosti IVT. Po jeho instalaci dojde v operačním systému k automatické instalaci virtuálních sériových portu, které jsou dále konfigurovatelné ve správci zařízení. Ta se nalézá v systémové nabídce ovládacích panelů systému Windows. V okně Bluetooth Places programu pak poklikáním na položku Search Devices spustíme vyhledávání dostupných Bluetooth zařízení (viz. Obrázek 16).

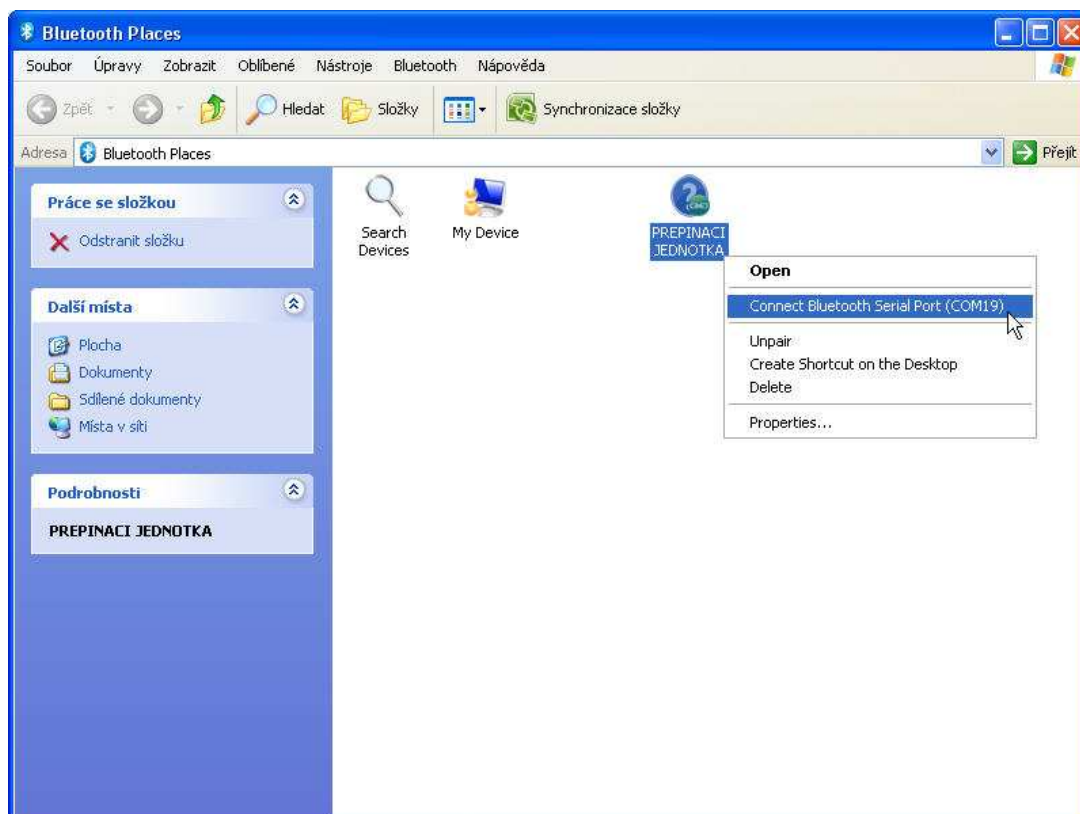


7

Obrázek 16: Okno programu pro nalezení Bluetooth zařízení v dosahu

Uprostřed se objeví svítilna znázorňující hledání zařízení. Po krátké chvíli se zobrazí fyzická adresa nalezeného zařízení, která se za okamžik změní v jeho název. Následně musíme při prvním připojování ještě vybrat volbu Search Services, která pro změnu zobrazí nabízené služby Bluetooth zařízení. Ty jsou určeny nastaveným profilem. V tomto případě tedy sériovým portem. V případě že zařízení již bylo aspoň jednou pod nějakou službou připojeno, je v seznamu jak jeho název/adresa tak i služba/služby, které poskytuje a předchozí krok pak není

třeba absolvovat. Dále je pro navázání bezdrátového spojení nutno jenom vybrat volbu možnosti připojení Bluetooth sériového portu (viz. Obrázek 17). Nakonec pak ještě bude nutno zadat PIN kód potřebný k potvrzení přístupu k Bluetooth modulu. V tomto případě je nastaven jako 12345. Pro další ovládání přepínací jednotky z vytvořeného programu je nutné vědět číslo sériového portu, který byl pro komunikaci programem zvolen.



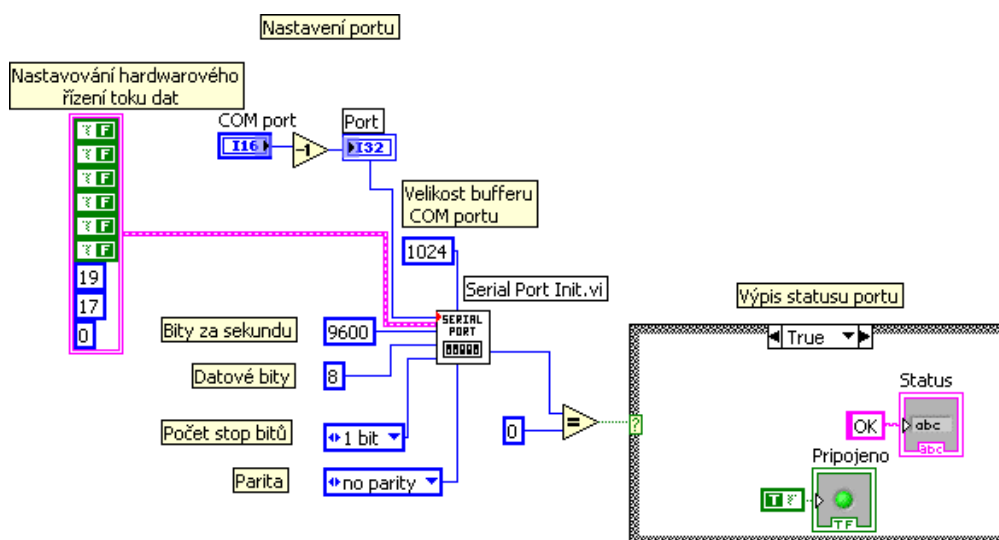
Obrázek 17: Otevření virtuálního sériového portu

Jednou z dalších pozitivních vlastností tohoto software je jeho využití možnosti zobrazení síly signálu definované už ve verzi 1.1 Bluetooth a dále pak taky počtu přenesených bajtů skrze emulovaný sériový port. Díky tomuto jsme jednoduše schopni určit možnosti použití bezdrátové komunikace např. v prostorách dvou sousedních laboratoří, dvou laboratoří mezi nimiž se bude nacházet jedna nebo více dalších místností a nebo větších dosahů na volném prostranství. Při použití druhého modulu by na volném prostranství podle výrobce tato vzdálenost měla být ideálně až přes 250m.

5.2 Ovládací software

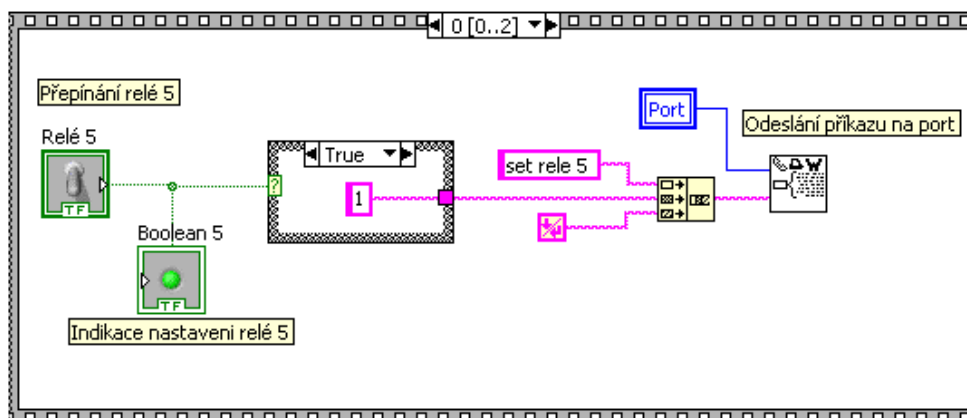
Po spuštění programu dojde k nastavení přístupnosti jednotlivých tlačítek. Nejdříve musíme tedy vybrat příslušný port, na kterém bude komunikace probíhat a ten pak otevřít. Proběhne-li všechno v pořádku, objeví se ve výpisu statusu portu „OK“ a vedle něj se rozsvítí zelená kontrolka. V opačném případě je pouze vypsána hláška „Nelze otevřít COM port“.

Na obrázku níže je vidět část programu, ve které se nastavují základní parametry COM portu pro jeho otevření: přenosová rychlost, datové bity, počet stop bitů, parita a vlevo je nastavování hardwarového řízení toku dat, kterého se zde nevyužívá, ale bylo by jej nutno nastavit pro případ použití řízené komunikace. Všechny parametry portu jsou z důvodů vytvoření maximální kompatibility nastaveny na standardní hodnoty používané operačním systémem Windows Xp. Po úspěšném otevření portu se změní dostupnost jednotlivých tlačítek tak, že už nebude možné vybírat číslo portu ani jej otevřít, zpřístupní se ale všechny ostatní ovládací prvky.



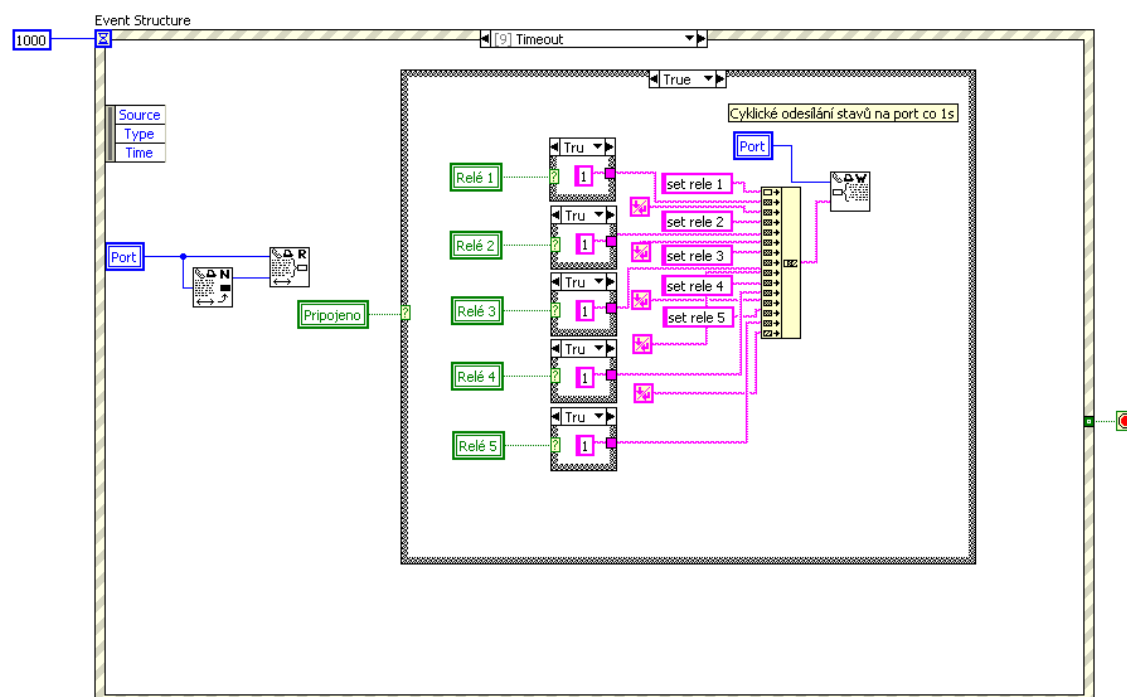
Obrázek 18: Nastavení portu pro jeho otevření

V další části programu je vidět přepínání jednotlivých relé. Pro relé číslo pět (Obrázek 19) je nastaveno slovo „set rele 5“ a k němu do řetězce přidán znak definující jeho stav (0 nebo 1). Toto je pak pro libovolné relé při jeho přepnutí okamžitě posíláno na otevřený port. Pro každé relé je v programu i kontrolka pro indikaci jeho stavu.



Obrázek 19: Přepínání jednotlivých relé

Pro konečnou podobu zařízení jsem zvažoval jak nejlépe docílit toho, aby si přepínací jednotka pamatovala poslední použité stavy reléových výstupů. Nejprve mne napadlo použít EEPROM paměti mikroprocesoru, do které by se ukládala každá změna stavu. Toto by nebyl problém pro realizaci, avšak nebyl by to nejvhodnější způsob z hlediska omezené životnosti této paměti vzhledem k počtu zápisu do ní. Výrobce uvádí maximální počet 10 000 zápisů. Proto jsem tedy vytvořil část programu, která cyklicky v intervalu 1 vteřiny odesílá současné nastavení jednotlivých relé (viz. Obrázek 20).



Obrázek 20: Cyklické odesílání stavů na port co 1s

Celkový vzhled programu jsem se snažil vytvořit co nejjednodušeji tak, aby byl hned na první pohled co nejsrozumitelnější. Tomu napomáhají i popisky, které jsou umístěny přímo na jednotlivých tlačítkách a u přepínačů. Celé ovládání je vytvořeno co nejintuitivněji tak, aby kdokoli, kdo přijde poprvé ke spuštěnému programu, jej byl schopen kompletně obsloužit během krátké doby a v co největší míře za použití klávesnice. Pokud ještě nebyl otevřen port, je možné se přepnout za pomoci tlačítka HOME na klávesnici na tlačítko pro výběr portu v programu. Následně pak pomocí tlačítek Page Up a Page Down vybrat příslušný port a tlačítkem Enter jej pak otevřít. V běžícím programu se pak dají ovládat jednotlivé relé pomocí funkčních kláves F1 až F5. Uzavření portu se provede stisknutím klávesy Escape. Kdykoli zastavit běžící program lze stisknutím F12.



Obrázek 21: Ovládací program vytvořený v programovacím prostředí LabView

6 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout a realizovat funkční vzorek zařízení vícepólové přepínací jednotky s dálkovým ovládáním. Realizované zařízení je vhodné pro použití v oblasti automobilové elektroniky. To zejména pro svou funkci odpojovače autobaterie, které lze docílit pomocí následného jednoduchého připojení výkonového relé s vhodnými parametry. V příloze VII. jsou pak uvedeny základní technické parametry odpojovače hodícího se k tomuto účelu. Další funkcí zařízení je spínání čtyřech reléových kontaktů pro proudy až do výše 45A. Toto pak zajišťuje mikroprocesor ATmega 16 na základě požadavků z dálkového ovládání.

Celé zařízení je ovládáno za pomoci použití bezdrátové komunikační technologie Bluetooth, která se v současnosti stále více rozšiřuje do všech možných technických oborů a především pak i do oblasti automobilové elektroniky. K vlastnímu ovládání je třeba použít ovládacího programu, který byl vytvořen v programovacím prostředí LabView verze 8.5 a lze jej spustit na libovolném osobním počítači případně notebooku disponujícím technologií Bluetooth. Pro jeho spuštění je nutno mít nainstalovanou buďto příslušnou verzi programu, nebo aplikační rozhraní vytvořené taktéž softwarem LabView, které obsahuje potřebné ovladače pro přístup a komunikaci se sériovým portem.

Při realizaci zařízení bylo vyvedeno na desku plošných spojů několik konektorů pro účel pozdějšího možného doplnění některých dalších funkcí zařízení. Z mikroprocesoru to je celý jeden port a z Bluetooth modulu to jsou PCM vstupy/výstupy a GPIO vstupy/výstupy.

V přílohách diplomové práce jsou umístěny katalogové listy obsahující základní technické parametry všech spínacích prvků včetně samotného Bluetooth modulu a jednoduchý uživatelský manuál k tomuto funkčnímu zařízení.

7 Použitá literatura

- [1] PUŽMANOVÁ, Rita. Širokopásmový internet, Přístupové a domácí sítě: Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0139-8
- [2] Bluetooth profiles
URL: http://www.bluetooth.com/English/Technology/Works/Pages/Profiles_Overview.aspx
- [3] Bluetooth Communication Topology
URL: http://www.bluetooth.com/English/Technology/Works/Pages/Communications_Topology.aspx#1
- [4] Bluetooth Security
URL: <http://www.bluetooth.com/English/Technology/Works/Pages/Security.aspx>
- [5] Ezurio
URL: <http://www.ezurio.com/products/devkit/>
- [6] Bluetooth SIG
URL: <https://www.bluetooth.org/apps/content/>
- [7] The official Bluetooth technology Info Site
URL: <http://www.bluetooth.com/English/Pages/default.aspx>
- [8] Sériová linka RS 232
URL: http://hw.cz/rs-232#delka_vedeni
- [9] Katalogové listy
URL: <http://datasheetcatalog.com/>